

**DRIVING METHOD FOR LIQUID JET RECORDING HEAD**

Patent Number: JP5016359  
Publication date: 1993-01-26  
Inventor(s): NAKANO TOMOAKI; others: 03  
Applicant(s): RICOH CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP5016359  
Application Number: JP19910193463 19910708  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B41J2/045; B41J2/055; B41J2/205  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:**To realize improvement of image quality and high speed printing at a low cost.  
**CONSTITUTION:**When an auxiliary pulse is applied as shown at (a), a superposed oscillating voltage waveform, generated by a residual pressure wave, can be observed at section (A) as shown at (b). Assuming the period of the oscillating waveform is  $T$  and the amplitude thereof is  $V$ , motion of meniscus in the vicinity of the nozzle plane is synchronized with the period  $T$  of the residual pressure wave and the moving distance from the nozzle plane oscillates repeatedly in proportion to the amplitude  $V$ . Delivery of ink droplet can be varied by applying a main pulse in synchronization with the period  $T$  of the residual pressure wave after application of the auxiliary pulse.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-16359

(43)公開日 平成5年(1993)1月26日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
B 4 1 J	2/045 2/055 2/205	9012-2C 9012-2C	B 4 1 J 3/ 04	1 0 3 A 1 0 3 X
審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)				

(21)出願番号 特願平3-193463

(22)出願日 平成3年(1991)7月8日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 中野 智昭

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 駒井 博道

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 平田 俊敏

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74)代理人 弁理士 高野 明近 (外1名)

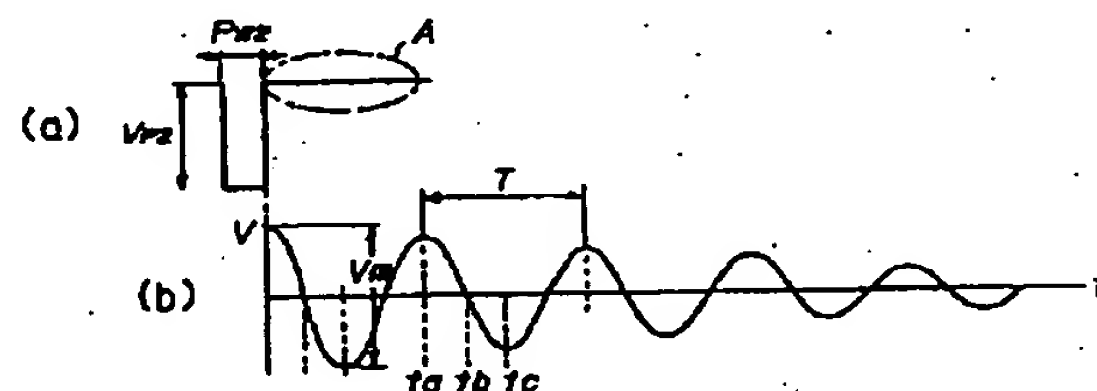
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液体噴射記録ヘッドの駆動方法

(57)【要約】

【目的】 画像品質の向上と、印字スピードの高速化を低コストで実現する。

【構成】 図1(a)のように、補助パルスを印加した場合、A部には図(b)のようや残留圧力波によって発生した電圧振動波形が上畳されて観察される。この振動波形の周期をT、振幅をVとすると、ノズル面近傍のメニスカスの動きは、残留圧力波の周期Tに同期し、ノズル面からの移動距離は振幅Vに比例して振動をくり返す。この残留圧力波の周期Tに同期して、補助パルス印加後に、主パルスを印加すると、インク滴の吐出量を変化させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 流路の長手方向に対して互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向の垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号が印加される前にパルス幅または波高値の異なる補助パルスを印加し、残留圧力波の周期に合わせて前記パルス信号を印加することを特徴とする液体噴射記録ヘッドの駆動方法。

【請求項2】 流路の長手方向に対して互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向の垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号が印加される前に、ドット径に応じて補助パルスの波高値またはパルス幅を変化させ、残留圧力波の周期にあわせて前記パルス信号を印加することを特徴とする液体噴射記録ヘッドの駆動方法。

【請求項3】 流路の長手方向に対して互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向の垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、選択された流路に対して流路容積を減少させる向きに圧電素子を変位させるパルス信号を印加することで流路に対応するノズルから液滴を噴射させる液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号が印加される前に請求項1又は2記載の補助パルスを印加し、残留圧力波の周期に合わせて前記パルス信号を印加することを特徴とする液体噴射記録ヘッドの駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】 本発明は、液体噴射記録ヘッドの駆動方法に関する。

## 【0002】

【従来技術】 オンデマンド型のインクジェット記録装置において、高密度による高解像度の記録を記録紙に行うためには、記録紙に記されるドットの径を小さくする必要がある。そのためには、ノズルから吐出される液滴の

大きさを小さくする必要がある。ノズルから吐出される液滴の大きさを小さくするためには、ノズル開口の径を小さくすることが考えられるが、ノズル開口の径を小さくすると、ノズルの目詰りが発生し易く、また、ノズル部分でインク液の摩擦が大きくなり、インク液がノズルから吐出されにくくなる。ノズルを通過するインク液の流動性との関係から、ノズル開口の径を小さくするには自ずと限界がある。そして、ノズル開口の径を小さくすることにより、液滴の大きさをある程度小さくすることは出来るが、その大きさを自由にコントロールすることはできない。

【0003】 この点を解決するために、例えば、特開昭59-143652号公報及び特開昭59-143653号公報に「液体放出装置」が提案されている。この公報のものは、主パルス電圧が印加される前に、該主パルス電圧と同一極性又は反対の極性で、ノズル内の液の先端位置を決める補助パルスを印加するものである。

【0004】 また、特開昭59-176055号公報に提案されている「オンデマンド型インクジェット記録装置」は、主パルスに先行して印加する補助パルスのパルス幅や波高値、あるいは該補助パルスと主パルスとの時間間隔を調整可能としたものである。従来、オンデマンド型のインクジェットプリンタでは、印字信号の周波数に対して、図9に示すようにインク吐出量Mjの変動が大きく、画像上のドット径をばらつかせる原因となっていた。特に、最高駆動周波数でベタ印字をした場合、画像の濃度ムラをおこし、著しく画像品質を劣化させる。

【0005】 本発明における駆動方法は、前述した特開昭59-176055号公報や特開昭59-143653号公報および特開昭59-143652号公報に開示されているように、インク滴を吐出させるパルスを印加する時のインク液面の位置を補助パルスによって制御する点で類似するが、上記公報には、補助パルスの印加方法とインク液面およびインク滴の大きさの具体的関係が述べられていない。従って、上記公報に記載された従来技術では実際に補助パルスによってインク滴の大きさを制御することは困難である。

【0006】 また、上記公報には、補助パルスの電圧の高低およびパルス幅の違いによって、インク液面の挙動は変化し、インク液がノズル内で1回の往復運動を繰り返すに必要とする時間（インク液振動の周期）が変化すると記されている。しかし、インク液の振動周期は、印加される補助パルスによって発生した圧力波が流路およびノズル内に残留し、この残留圧力波の振動周期に一致すると考えられる。上記残留圧力波の振動の原因は、流路及びノズルの構造（寸法、材料、形状）と圧電素子の弾性係数及びインク液の粘性、質量等を含む振動系から定められる固有振動にインク液が共振するからである。したがって、補助パルスの波高値およびパルス幅を変化させても、インク液振動の周期は変化せずその振幅のみ

が変化するという観点が大きく上記従来技術と異なるところである。さらに、上記公報に記載されているように、補助パルスと主パルスの信号の極性を反対にすることは、単に駆動回路のコストを上げるだけである。

#### 【0007】

【目的】本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、画像品質の向上と印字スピードの高速化を低コストで実現するようにした液体噴射記録ヘッドの駆動方法を提供することを目的としてなされたものである。

#### 【0008】

【構成】本発明は、上記目的を達成するために、(1) 流路の長手方向に対して互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向の垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号が印加される前にパルス幅または波高値の異なる補助パルスを印加し、残留圧力波の周期に合わせて前記パルス信号を印加すること、或いは、(2) 流路の長手方向に対して互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向の垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、該圧電素子に常時流路容積が縮小するように保持する信号を与え、選択された流路に対して流路容積を増大する向きに変位させた後、再び流路の容積が縮小する変位を与えるパルス信号を印加して流路に対応するノズルから液滴を噴射する液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号が印加される前に、ドット径に応じて補助パルスの波高値またはパルス幅を変化させ、残留圧力波の周期にあわせて前記パルス信号を印加すること、更には、

(3) 流路の長手方向に対して互いに間隔をあけて配設された複数の平行流路と、該平行流路の各々に接続されて液滴噴射するノズルと、前記平行流路に給液する接続手段と、前記平行流路の長手方向の垂直な方向に変位を与えて該流路の容積を可変とする圧電素子とからなり、選択された流路に対して流路容積を減少させる向きに圧電素子を変位させるパルス信号を印加することで流路に対応するノズルから液滴を噴射させる液体噴射記録ヘッドの駆動方法において、前記パルス信号が印加される前に前記(1)又は(2)記載の補助パルスを印加し、残留圧力波の周期に合わせて前記パルス信号を印加することを特徴としたものである。以下、本発明の実施例に基づいて説明する。

【0009】まず、図2(a)、(b)は、液体噴射記録ヘッドを説明するための構成図で、図(a)は断面図、図(b)は図(a)のA-A線矢視拡大図である。図中、1は基板、2は圧電素子、2aは非駆動圧電素子、2bは駆動圧電素子、3は流路板、3aはインク流路、3bは壁部、4は共通液室構成部材、4aは共通液室、5はインク供給パイプ、6はノズルプレート、6aはノズル、7は駆動用回路プリント板(PCB)、8はリード線、9は駆動電極、10は充填剤、11は保護板、12は流体抵抗、13、14は内部電極、15は上部隔壁である。

【0010】集積化されたヘッドにおいて、内部電極13、14を有する積層された圧電素子2は、流路3aに対応して、該流路3a方向に溝加工が施され、溝10、駆動圧電素子2b、非駆動圧電素子2aに区分される。溝10には充填剤が封入されている。溝加工が施された圧電素子2には上部隔壁15を介して流路板3が接合される。すなわち前記上部隔壁15は、非駆動圧電素子2aと隣接する流路を隔てる壁部3bとで支持される。駆動圧電素子2aの幅は流路3aの幅よりも僅かに狭く、駆動用回路プリント板(PCB)上の駆動回路により選択された駆動圧電素子2bにパルス状信号電圧を印加すると、該駆動圧電素子2bは厚み方向に変位し、上部隔壁15を介して流路3aの容積が変化し、その結果ノズル板6のノズル6aよりインク液滴を吐出する。

【0011】このように、図2に示すインクジェットヘッドの構造において、残留振動はパルス幅を $2L/C_s$ の自然数倍(Lは加圧液室の長さ、 $C_s$ は圧力波の速度)に設定するか、または残留振動の減衰量に応じてパルスの立ち下げ時間を操作することで大幅に低減できる。しかし、設計や製造段階で駆動波形を決めても、残留振動は液室構造と圧電体及びインク流体の系からくる固有振動数によるものであり、ヘッドの使用環境(温度、湿度、経時的な劣化)が変化すると残留振動も変化する。従って、駆動波形もそれに応じて調整しなければならない。

【0012】図1(a)、(b)は、本発明による液体噴射記録ヘッドの駆動方法を説明するための図で、残留圧力波とメカニクス駆動について述べる。図1(a)のように、補助パルスを印加した場合、A部には、図(b)のような残留圧力波によって発生した電圧振動波形が上畳されて観察される。この振動波形の周期をT、振幅をVとすると、ノズル面近傍のメニスカスの動きは、残留圧力波の周期Tに同期し、ノズル面からの移動距離は振幅Vに比例して振動をくり返す。この残留圧力波の周期Tに同期して、補助パルス印加後に主パルスを印加すると、インク滴の吐出量を変化させることができる。

【0013】図3(a)～(c)は、残留圧力波とメニスカス(ノズル面からのインク液面の位置)を示す図で



ある。図(a)は、図1(b)における時刻 $t = t_a$ の時点で主パルス印加したもので、残留圧力波は正圧の極大をとり、メニスカスの位置は図(a)に示すようにノズル面から突出する。図(b)は、図1(b)における時刻 $t = t_b$ の時点で主パルス印加したもので、液面の表面張力と大気圧が釣り合った状態であり、メニスカスの位置は図(b)に示すようにノズル面とほぼ同じ位置になる。図(c)は、図1(b)における時刻 $t = t_c$ の時点で主パルス印加したもので、残留圧力波が負圧の極大をとるので、メニスカスの位置は図(c)に示すように、ノズル面の内方へ引き込まれた状態にある。このとき、印加する補助パルスのパルス幅 $P_w 2$ または、波高値 $V_p 2$ を変化させてもメニスカス振動の振幅量が変わるだけで、振動の周期は変化しない。

【0014】図4(a)～(c)は、メニスカス振動の一定周期性と主パルス印加のタイミングの関係を示す図で、図5(a)～(c)は、主パルス印加のタイミングをインク滴の吐出の状態を示す図である。図4(a)～(c)と図5(a)～(c)は、図3(a)～(c)に各々対応している。図4(a)において、補助パルス( $P_w 2$ ,  $V_p 2$ )と主パルス( $P_w 1$ ,  $V_p 1$ )との遅延時間を $T_d$ とすると、 $T_d = t_a = T$ であり、その場合のメニスカスの位置は前述した図3(a)であり、その状態から主パルス( $P_w 1$ ,  $V_p 1$ )が印加されるので、図5(a)に示すようにインク滴が吐出する。この場合のインク吐出量 $M_j$ は $M_{ja}$ である。図4(b)において、補助パルス( $P_w 2$ ,  $V_p 2$ )と主パルス( $P_w 1$ ,  $V_p 1$ )との遅延時間は $T_d = T_b = (5/4)T$ であり、その場合のメニスカスの位置は、前述した図3(b)となり、その状態から主パルス( $P_w 1$ ,  $V_p 1$ )が印加されるので、図5(b)に示すようにインク滴が吐出する。この場合のインク吐出量 $M_j$ は $M_{jb}$ である。図5(a)の場合と、図5(b)の場合とを比較すると、インク滴の吐出量は図5(a)の場合が多くなる。すなわち $M_{ja} > M_{jb}$ である。

【0015】図4(c)において、補助パルス( $P_w 2$ ,  $V_p 2$ )と主パルス( $P_w 1$ ,  $V_p 1$ )との遅延時間は、 $T_d = t_c = (3/2)T$ であり、その場合のメニスカスの位置は前述した図3(c)となり、その状態から主パルス( $P_w 1$ ,  $V_p 1$ )が印加されるので、図5(c)に示すようなインク滴が吐出する。この場合のインク吐出量は $M_j$ は $M_{jc}$ である。図5(b)の場合と図5(c)の場合とを比較すると、インク滴の吐出量は図5(b)の場合が多くなる。すなわち $M_{jb} > M_{jc}$ である。このように、残留圧力波の周期にあわせて、補助パルス印加後に、主パルスを印加すると、図6に示すように、インク滴吐出量 $M_j$ を変化させることができる。

【0016】図6からわかるように、 $M_j$ を極大にさせる $T_d$ は $T_d = T$ に限らず、 $T$ の整数倍であればよく、

また $M_j$ を極小にさせる $T_d$ は $T_d = (3/2)T$ に限らず、 $(1/2)T$ の奇数倍であればよい。補助パルスの印加そのもので、インク滴が吐出してしまうと、紙面を汚し、画像品質を損ねてしまうので、図7、図8に示すようにパルス幅 $P_w 2$ とその波高値 $V_p 2$ は制限される。 $P_w 2$ は、残留圧力波の最大振幅 $V_m$ が $V_{m0}$ を越えるようなパルス幅に設定すると、補助パルス自身でインク滴を吐出させてしまう。また $V_m < V_{m0}$ であれば、 $P_w 2$ が大きい方が、 $M_j$ 変動量 $\Delta M_j$ は大きくなる。また、 $V_p 2$ も同様に、 $V_m > V_{m0}$ の場合は、補助パルス自身によってインク滴が吐出してしまうが、 $V_m < V_{m0}$ であれば、 $V_p 2$ が大きい方が、 $\Delta M_j$ は大きい。とくに、駆動回路の構成を考えた場合は、 $V_{p1} = V_{p2}$ と設定したほうが、低コスト化に有利である。

【0017】以上のように $P_w 2$ と $V_p 2$ を変化させることで、残留圧力波の振幅を変えることができるので、インク滴面の位置を変化させることができるが、圧力波の振幅を変動させると、メニスカスの振動が不安定になり、ひいては気泡を吸い込んで主パルスによるインク滴吐出が不能になる場合もある。従って、 $P_w 2$ または $V_p 2$ を可変させるよりも、残留圧力波の周期に合わせて $T_d$ を変化させるほうが好ましい。

【0018】次に、本発明の具体例について説明する。

#### 具体例1

図2のようなヘッド構造において、パルス波高値 $V_{p1} = V_{p2} = 22$  (V)、主パルス幅 $P_{w1} = 14$  ( $\mu$ s)、補助パルス幅 $P_{w2} = 7$  ( $\mu$ s)、遅延時間 $T_d = T = 28$  ( $\mu$ s) ( $T$ は残留圧力波の周期)として、駆動したところ、 $f = 8$  KHzでの吐出量が $M_j = 90 \times 10^{-9}$  (cc)から $M_j = 120 \times 10^{-9}$  (cc)へ増加し、べた画像( $f = 8$  KHzで印字)の濃度ムラがなくなり、画像印質が著しく向上した。

#### 具体例2

本発明にてドット径変調を実現するには、 $T_d$ を濃度信号に合わせて可変させる場合、 $T_d = T \sim (3/2)T$ まで可変させれば、 $\Delta M_j$ のインク滴吐出量の変動が得られる。また、より精密に吐出量を制御させたい場合は、残留圧力波の減衰を利用して、 $T_d$ の変化量 $\Delta T_d$ を大きく取り、振幅 $V$ の極大点、極小点を多くとって、 $T_d$ の設定点を多くすればよい。

#### 【0019】

【効果】以上の説明から明らかなように、本発明によると、以下のような効果がある。

(1) 残留圧力波の周期にあわせて、補助パルスと主パルスの遅延時間のみを設定することで、インク滴の吐出量を自由に可変することができるので、低コストな駆動回路で安定した高画像品質、高速印字が実現できる。

(2) 残留圧力波の周期にあわせて、補助パルスの波高値またはパルス幅と主パルスとの遅延時間を設定することで、より効率的にインク滴の吐出量を可変することが

できるので、高画像品質、高速印字、階調表現が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による液体噴射記録ヘッドの駆動方法の一実施例を説明するための構成図である。

【図2】 液体噴射記録ヘッドを説明するための構成図である。

【図3】 残留圧力波とメニスカスの関係を示す図である。

【図4】 メニスカス振動の一定周期性と主パルス印加のタイミングの関係を示す図である。

【図5】 主パルス印加のタイミングとインク滴の吐出の状態を示す図である。

【図6】 主パルス印加のタイミングとインク滴の吐出量の変化を示す図である。

【図7】 パルス幅とインク滴吐出量の関係を示す図である。

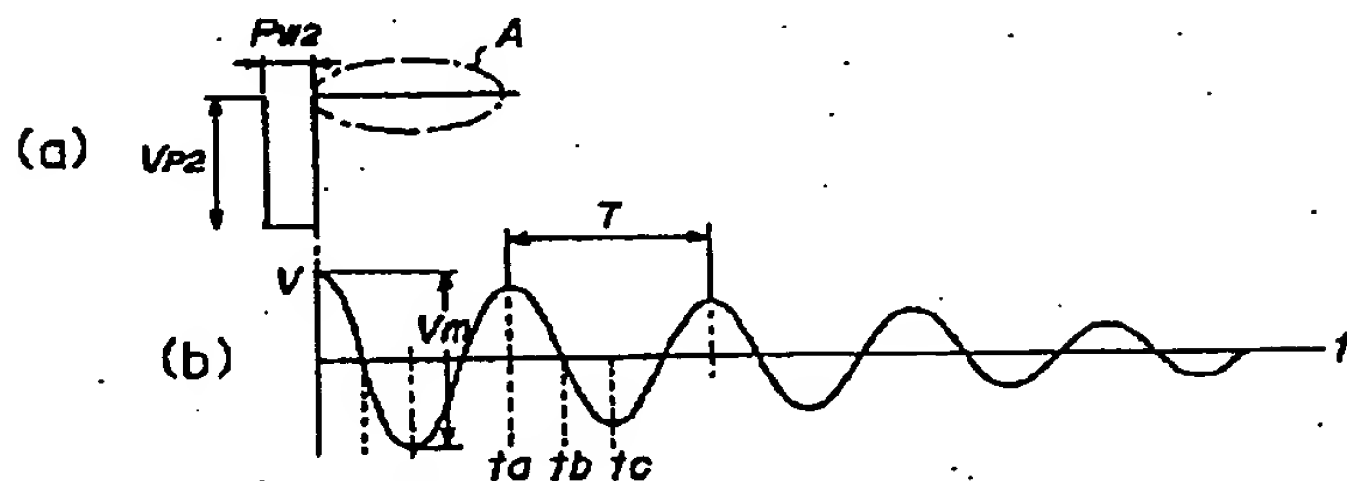
【図8】 波高値とインク滴吐出量の関係を示す図である。

【図9】 印字信号の周波数に対するインク滴の吐出量を示す図である。

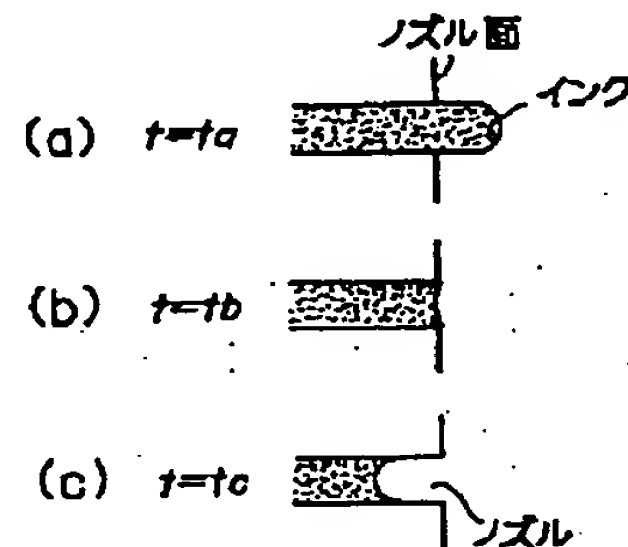
【符号の説明】

1…基板、2…圧電素子、2a…非駆動圧電素子、2b…駆動圧電素子、3…流路板、3a…インク流路、3b…壁部、4…共通液室構成部材、4a…共通液室、5…インク供給パイプ、6…ノズルプレート、6a…ノズル、7…駆動用回路プリント板(PBC)、8…リード線、9…駆動電極、10…充填剤、11…保護板、12…流体抵抗、13, 14…内部電極、15…上部隔壁。

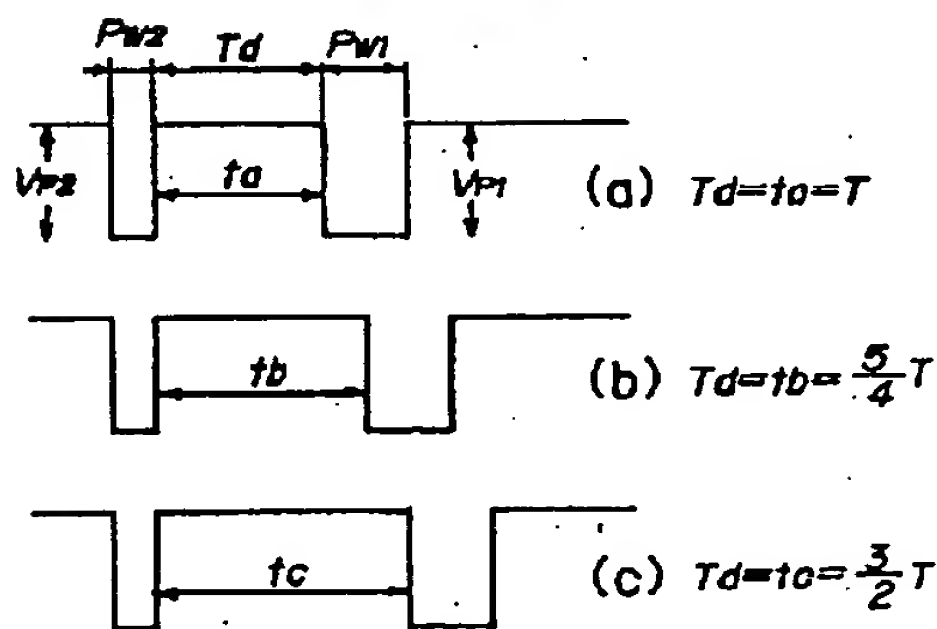
【図1】



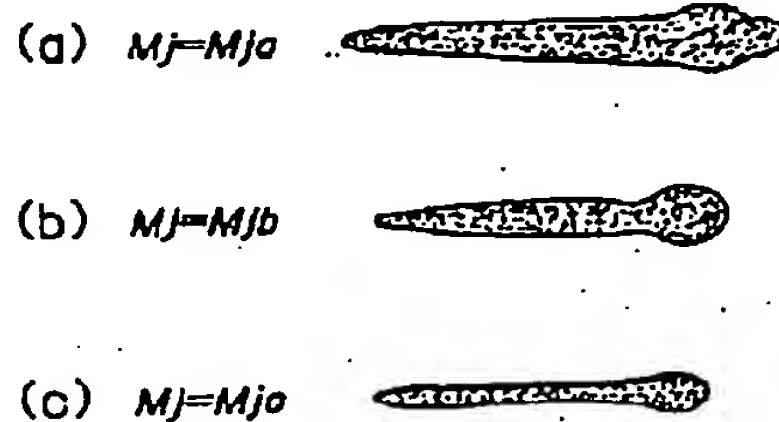
【図3】



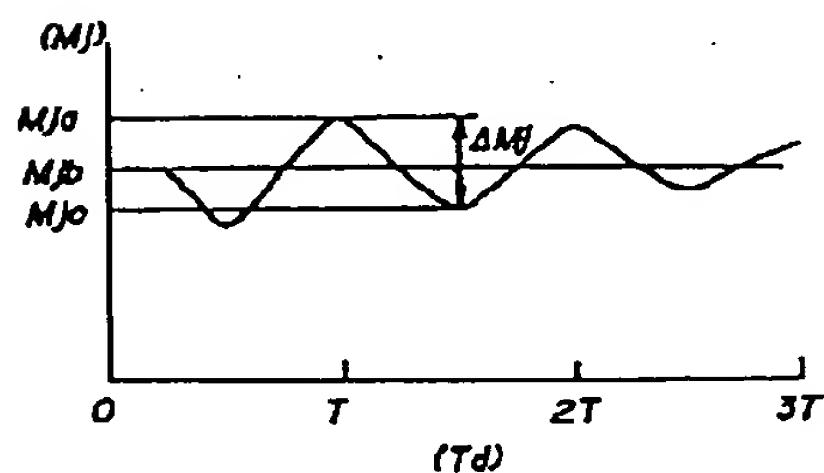
【図4】



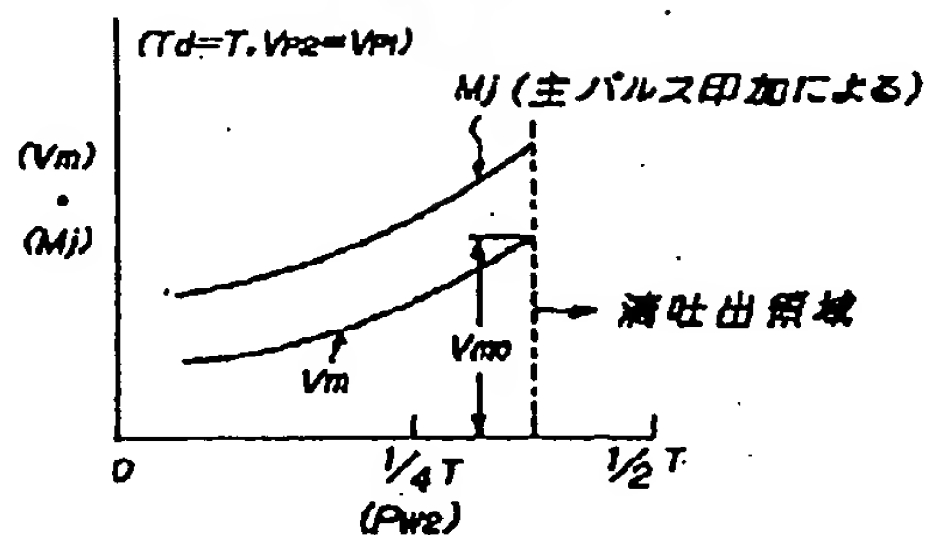
【図5】



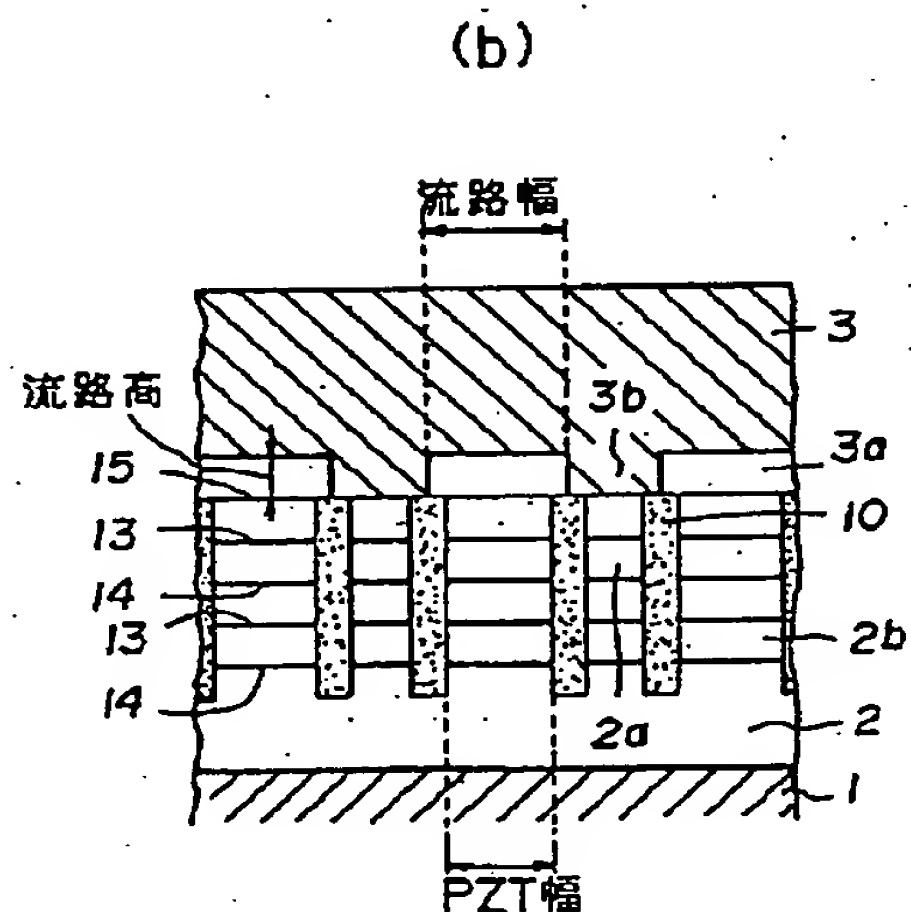
【図6】



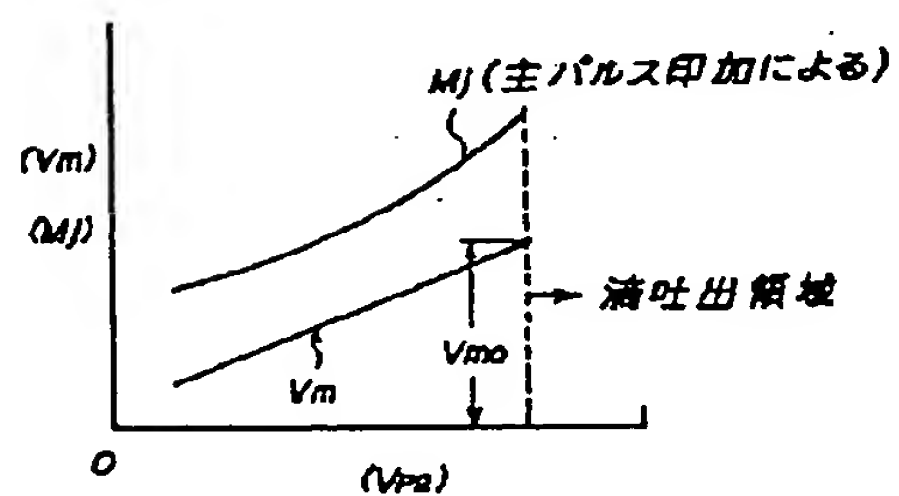
【図7】



【图9】



【図8】



(72)発明者 稲田 俊生  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内